

Nome: _____

Matricola: _____

↑ Compito totale

↑ Compito parziale + tesina

Tutti i fogli sono da riconsegnare al docente, anche in caso di ritiro

1 Esercizio SFC

Una macchina automatica, formata da più stazioni, produce ingranaggi cilindrici di spessore 4 mm a quattro denti.

Prima di diventare una ruota dentata, il pezzo da lavorare è un cilindretto liscio di lunghezza variabile. Esso viaggia su un nastro trasportatore comandato dall'uscita O_nastro_ingr, che viene messo in funzione tramite il pulsante I_start.

Quando il pezzo raggiunge una determinata posizione, fa scattare la fotocellula di presenza I_staz1, che mette in moto le operazioni della prima stazione, che ha il compito di tagliare il cilindro esattamente a 4mm. Per fare questo si utilizza un piccolo braccio robotico che deve scendere a prelevare il pezzo (la discesa è comandata dall'uscita O_r1_giù) finché il sensore di presa I_presa1 non diventa vero, oppure finché il finecorsa I_r1_danger segnala che la corsa del braccio è finita senza che sia stato preso il pezzo da lavorare. Se il pezzo è stato preso il braccio risale, azionando l'uscita O_r1_su fino al finecorsa superiore I_r1_ok_su, poi ruota a sinistra azionando l'uscita O_r1_sx fino al finecorsa I_r1_sx. A questo punto il pezzo viene messo su una guida cilindrica e spinto in avanti, tramite uscita O_r1_push finché la fotocellula I_4mm segnala che è in posizione corretta per il taglio. Dunque parte la sega circolare, tramite uscita O_r1_sega, che deve rimanere attiva per 3 secondi. A questo punto il pezzo viene sganciato automaticamente dalla guida cilindrica e il braccio robotico deve ruotare verso destra, tramite il comando impartito all'uscita O_r1_dx fino al finecorsa I_r1_dx. Se invece il pezzo non è stato preso, il braccio deve risalire sino al finecorsa superiore, si deve accendere per 3 secondi la luce che segnala pezzo difettoso (luce comandata dall'uscita O_luce1) e si deve incrementare un contatore di pezzi difettosi cont_pezzi_bad.

In ogni caso il pezzo torna sul nastro e viene trasportato sino alla seconda stazione. La raggiunge quando si attiva la fotocellula di presenza I_staz2. Qui esso viene preso da un secondo braccio che si muove orizzontalmente (moto comandato dall'uscita O_r2) fino a che la fotocellula sul braccio stesso, I_presa2, diventa vera segnalando che il pezzo è stato preso, oppure fino a che non diventa vero il finecorsa orizzontale, I_r2_danger, senza che il pezzo sia stato preso.

Se il pezzo è stato preso, si azionano contemporaneamente 4 piccole frese, tramite uscite O_f1, O_f2, O_f3 e O_f4. Ciascuna fresa termina il suo lavoro al raggiungimento del rispettivo finecorsa, I_f1_end, I_f2_end, I_f3_end e I_f4_end.

Se invece il pezzo non è stato preso, si deve accendere per 3 secondi la segnalazione luminosa comandata da O_luce2 e si deve incrementare il numero dei pezzi difettosi.

Se, durante queste operazioni, un qualche componente dell'impianto non funziona correttamente, un sistema automatico dei guasti provvede a segnalarlo portando allo stato logico TRUE il segnale di ingresso I_allarme. Se questo succede, oppure se il contatore dei pezzi difettosi raggiunge quota 20, il nastro si deve fermare istantaneamente, mentre le due stazioni devono completare la lavorazione del pezzo e poi fermarsi. Il nastro e le stazioni ripartono quando si preme il tasto I_reset, che azzerava anche il

contatore dei pezzi difettosi nel caso in cui l'allarme fosse scattato a causa del raggiungimento di 20 pezzi difettosi.

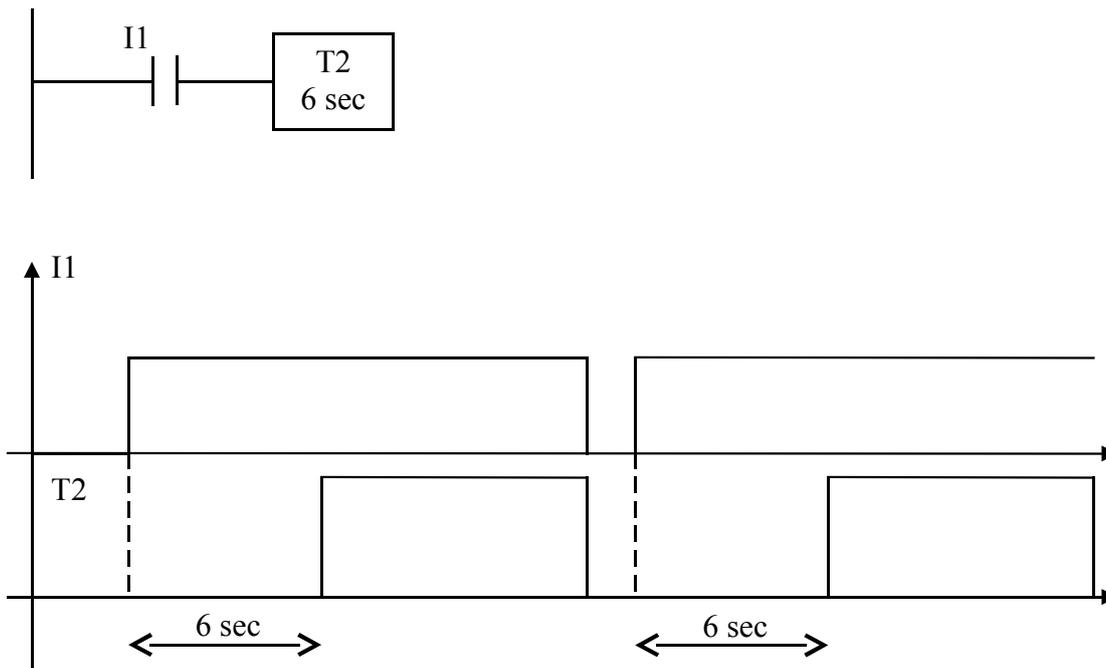
2 Esercizio LADDER

I blocchi sottostanti rappresentano due temporizzatori:



Essi sono tali per cui quando se ne attiva uno (cioè quando l'insieme degli interruttori posti alla sinistra del rang su cui si trova il temporizzatore dà valore logico vero), il timer parte, conta per un tempo pari alla sua durata, durante il quale la sua uscita è a valore logico basso, e poi sale a valore logico alto. Il timer riparte a contare quando viene disattivato (cioè quando l'insieme degli interruttori posti alla sinistra del rang su cui si trova il temporizzatore dà valore logico falso) e poi riattivato.

In pratica il suo funzionamento è schematizzato qui sotto:



Si realizzi, tramite i due timer indicati sopra, un generatore di onda rettangolare O_signal con $T_{on} = 3$ secondi e $T_{off} = 6$ secondi.

Il generatore deve essere avviato quando il segnale $ok1$ è vero oppure quando è vero il segnale $ok2$. Il generatore deve fermarsi quando entrambi i segnali $ok1$ e $ok2$ sono falsi o quando si preme il tasto I_stop .

3 Domande di teoria (saranno valutate la correttezza della risposta e il grado di approfondimento raggiunto)

1) Cos'è un PLC? Quali sono le tre operazioni fondamentali che esegue di continuo, in modo ciclico?

- 2) Quali sono i vantaggi e gli svantaggi della programmazione state-driven rispetto a quella condition-driven?
- 3) Elencare e descrivere brevemente tutti i possibili linguaggi ufficiali per PLC messi a disposizione dalla norma 61131
- 4) Scrivere tutto ciò che si sa a proposito dei motori brushless
- 5) Elencare e descrivere brevemente almeno tre tipi di traiettorie

4 Controllo del moto

→ N.B. E' obbligatorio riportare i passaggi. Compiti che riportano solo la soluzione finale senza passaggi saranno valutati con punteggio nullo.

Un sistema di comando di un nastro trasportatore è costituito da due motori, uno master ($p(t)$) e uno slave ($q(t)$).

Il motore slave è collegato ad un riduttore (il cui moto circolare è identificato da $q_1(t)$), e questo a sua volta è collegato ad una puleggia.

Sul nastro viaggiano dei pacchetti lunghi 20 cm, il cui moto è identificato da $q_2(t)$. I pacchetti distano gli uni dagli altri di una quota pari alla loro lunghezza. Inizialmente il nastro deve girare ad una velocità tale che salga un nuovo pacchetto ogni 2 secondi, provenendo da un altro nastro trasportatore il cui funzionamento non interessa ai fini del presente esercizio.

Il raggio della puleggia è tale che per ogni 2 giri di essa il nastro si muova di 128 cm.

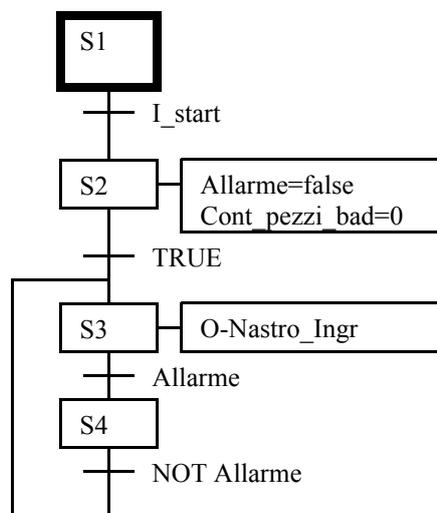
Il rapporto di riduzione è tale per cui ci vogliono 100 giri del motore per far compiere 10 giri al riduttore.

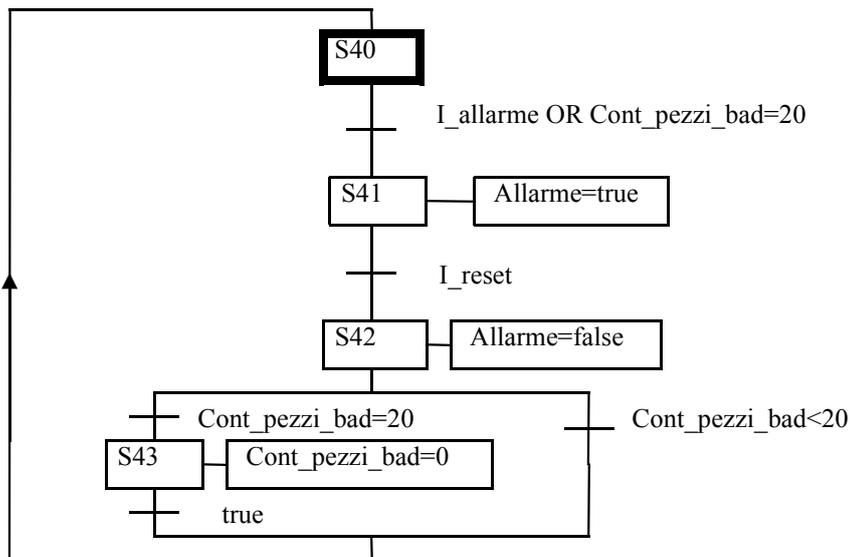
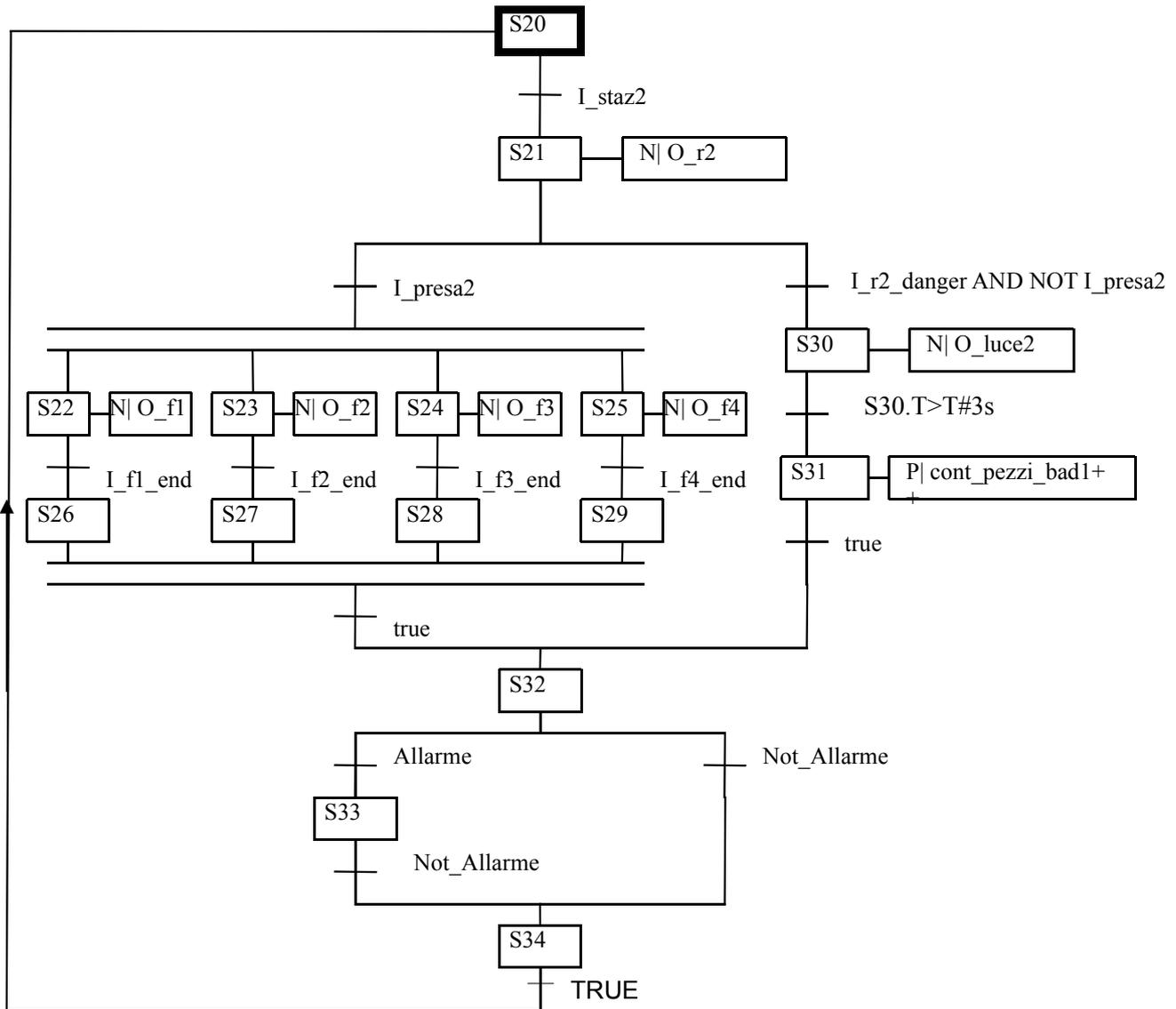
1) Calcolare la relazione master slave, secondo un polinomio di 3° , che fa in modo che, se il master ha una velocità costante tale da compiere 300 radianti in 3 secondi, lo slave in quei 3 secondi si muova di 250 radianti, terminando con una velocità di 100 radianti/s.

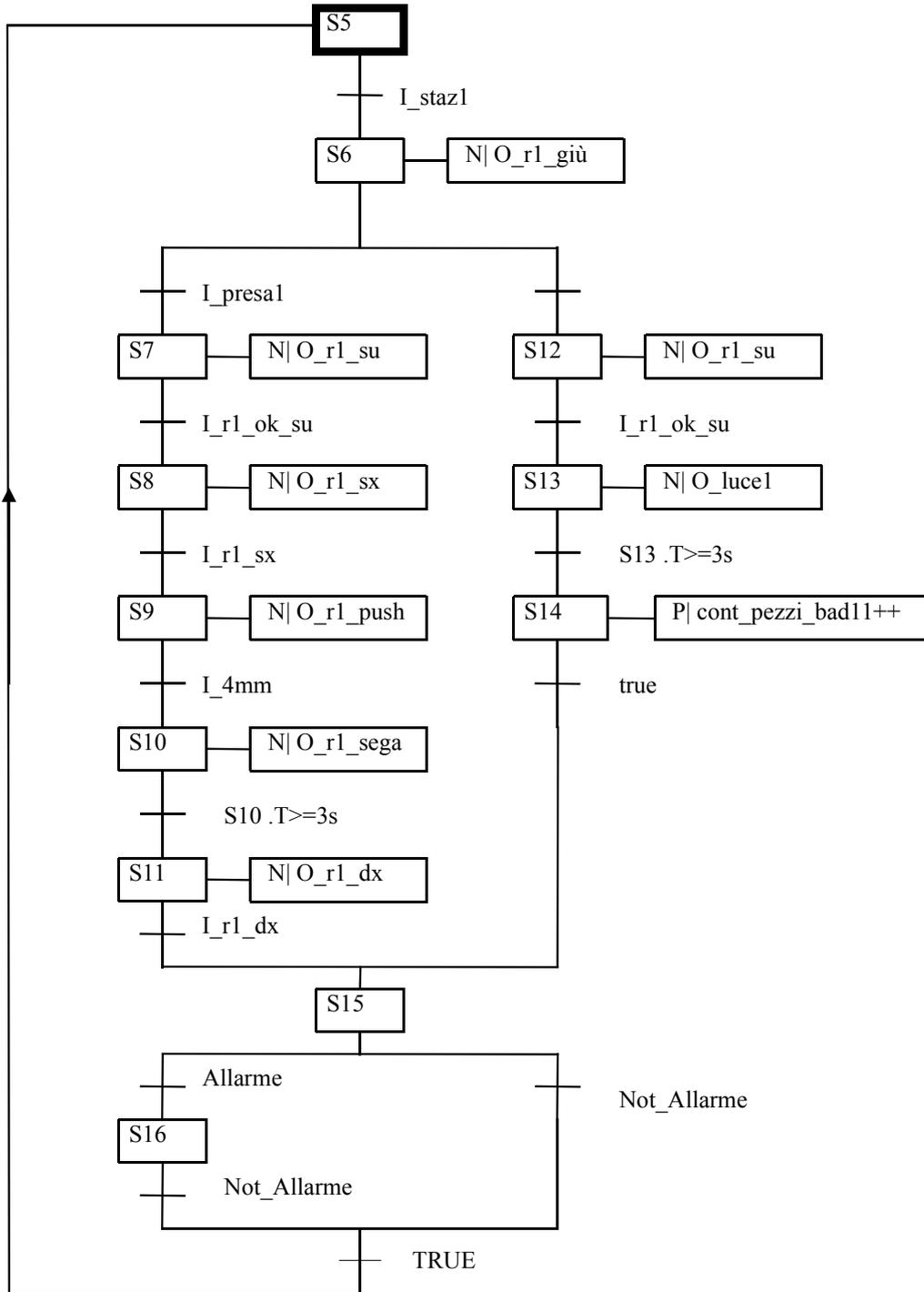
E' obbligatorio indicare le unità di misura dei coefficienti del polinomio

SOLUZIONE

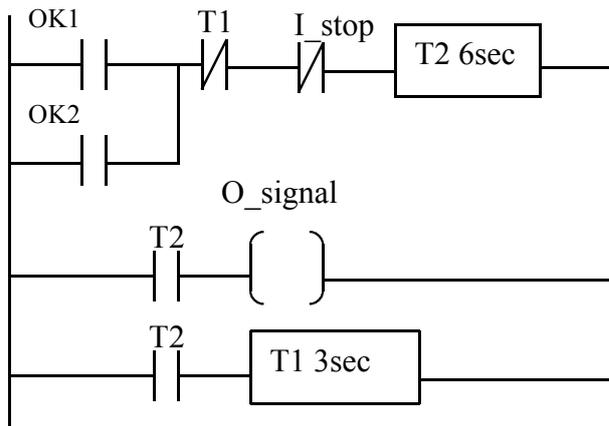
Una possibile soluzione è la seguente



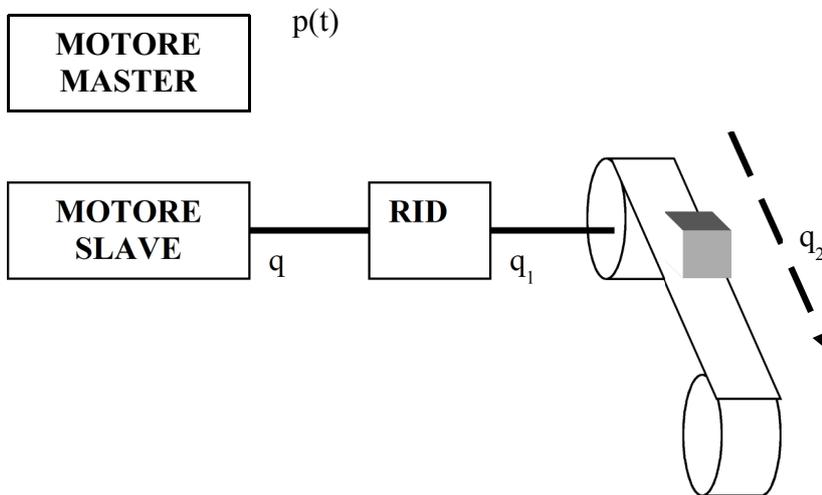




Ladder



Controllo del moto



I pacchetti sono lunghi 20cm, e tra loro c'è uno spazio di 20cm \rightarrow se sale un nuovo pacchetto sul nastro ogni 2 secondi vuol dire che il nastro si deve muovere in 2 secondi di uno spazio pari al pacchetto + distanza tra due pacchetti $\rightarrow 20\text{cm} + 20\text{cm} = 40\text{cm} = 0.4\text{m}$.

Essendo velocità = spazio / tempo \rightarrow velocità iniziale nastro = $0,4 / 2 = 0,2\text{ m/s}$ (questa sarebbe q_2)

Il raggio della puleggia è tale che per ogni due giri di essa il nastro si muova di 128 cm \rightarrow quindi per ogni giro il nastro si muove di $128/2 = 64\text{ cm}$. Un giro corrisponde ad uno spostamento lineare di $2\pi R \rightarrow 2\pi R = 64\text{ cm} \rightarrow R\text{ puleggia} = 64 / 2\pi \approx 10\text{ cm} = 0,1\text{ m}$

Rapporto di riduzione $K_r = 10$

1) Proporzione (catena cinematica) : 1 giro motore = $(1/K_r)$ giri riduttore = $(2\pi R / K_r)$ spostamento lineare oggetto sul nastro

$$\rightarrow \text{in gradi} \quad 360 : (2\pi R / K_r) = q : q_2 \rightarrow q = (360 q_2 K_r) / 2\pi R \quad (1)$$

$$\rightarrow \text{in radianti} \quad 2\pi : (2\pi R / K_r) = q : q_2 \rightarrow q = K_r q_2 / R \quad (2)$$

La relazione tra le velocità e le accelerazioni è la stessa. Quindi

$$\dot{q}_1 = Kr \dot{q}_2 / R$$

da cui si può ricavare la velocità iniziale dello slave

$$\dot{q}_1 = Kr (0.2) / R = 10 \times 0.2 / 0.1 \approx 20 \text{ rad/s}$$

2) Vincoli

Il master compie 300 radianti in 3 secondi, a velocità costante, quindi la sua velocità è di $300 / 3 = 100$ rad/secondo.

$$p_0 = 0 \text{ rad} \quad p_f = 300 \text{ rad} \quad \dot{p}_0 = 100 \text{ rad/s} \quad \dot{p}_f = 100 \text{ rad/s}$$

$$q_0 = 0 \text{ rad} \quad q_f = 250 \text{ rad} \quad \dot{q}_0 = 20 \text{ rad/s} \quad \dot{q}_f = 100 \text{ rad/s}$$

3) Polinomio $q_1(p) = a_0 + a_1 p + a_2 p^2 + a_3 p^3$

Siccome sono state date le velocità effettive e non quelle geometriche (cioè è stato dato dp/dt e dq/dt , e non dq/dp) il polinomio da usare per le velocità è :

$$\dot{q}_1 = a_1 \dot{p} + 2a_2 p \dot{p} + 3a_3 p^2 \dot{p} \quad \text{ed è invece sbagliato} \quad \frac{dq_1}{dp} = a_1 + 2a_2 p + 3a_3 p^2$$

4) Sistema

$$\left\{ \begin{array}{l} 0 = a_0 + a_1 \cdot 0 + a_2 \cdot 0^2 + a_3 \cdot 0^3 \\ 250 = a_0 + a_1 \cdot 300 + a_2 \cdot 300^2 + a_3 \cdot 300^3 \\ 20 = a_1 \cdot 100 + 2 a_2 \cdot 100 \cdot 0 + 3 a_3 \cdot 100 \cdot 0^2 \\ 100 = a_1 \cdot 100 + 2 a_2 \cdot 100 \cdot 300 + 3 a_3 \cdot 100 \cdot 300^2 \end{array} \right. \quad \left. \begin{array}{l} \text{posizione} \\ \\ \text{velocità} \end{array} \right\}$$

Risolviendo il sistema di 4 equazioni in 4 incognite, in radianti, i valori sono

$$a_0 = 0 \text{ rad}, \quad a_1 = 0,2 \text{ rad}, \quad a_2 = -3,7 \cdot 10^{-3} \text{ (1/rad)}, \quad a_3 = -5,19 \cdot 10^{-6} \text{ (1/rad}^2)$$